รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2563

---

1. **แผนงานวิจัย** : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาพืชผักเพื่อสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ
2. **โครงการวิจัย** : การวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง
   กิจกรรม : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : การยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Efficiency of antioxidant to prolong the storage life of seed potato
   รหัสการทดลองที่ : 01-27-59-01-04-00-02-62
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	: นางสาวอรทัย วงค์เมธา	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
ผู้ร่วมงาน	: นางสาวอรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
	: นางสุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
	: นางสาววีระพรรณ ตันเส้า	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
	: นายเสกสรณ์ ย่างกุลไพโรจน์	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
	: นางสาวเลิศวิริยะกุล ชัยยา	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

5. **บทคัดย่อ**

ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง ดำเนินการ ปี 2562-2563 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ประกอบด้วย 21 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ การพ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% เปรียบเทียบกับการไม่พ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (น้ำเปล่า) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5$\pm$1°C นาน 32 สัปดาห์ (8 เดือน) บันทึกข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักสด และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วย L-Cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 32 สัปดาห์ หรือ 8 เดือน จะมีการชะลอการงอกของตามันฝรั่ง ชะลอการเกิดตาใหม่ และความแน่นเนื้อดีที่สุด รองลงมาคือ calcium chloride 3% และ calcium nitrate 0.5% จึงนำสารดังกล่าวมา**ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของตา และยืดอายุการเก็บรักษา** ในปี 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ได้แก่ การพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยสาร

กรมวิชาการเกษตร

ต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride 3%, calcium nitrate 0.5%, L-cysteine 1% และ L-cysteine 3% และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C นาน 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) พบว่าการพ่นด้วย calcium nitrate 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.13 % รองลงมาพ่นสาร L-Cysteine 3% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 9.18 % ความแน่นเนื้อของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ ที่พ่น L-Cysteine 3% มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด 62.5 N และมีปริมาณของแข็งที่ลายน้ำได้ น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส และจำนวนการงอกของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.39 6.28 6.88 7.02 % และ 11.6 ตา ตามลำดับ ดังนั้นการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ Calcium nitrate 0.5% และ L-Cysteine 3% จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน)

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ อายุการเก็บรักษา การงอกของตา หัวพันธุ์ มันฝรั่ง

Abstract

Efficiency of antioxidant to prolong the storage life of seed potato was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai during 2019-2020. The first experiment was designed as a Randomized complete block design (RCBD) with 21 treatments (antioxidant types) of citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate and L-cysteine in 0.1, 0.5, 1 and 3% concentrations compared with untreated (control), four replications and storage at 5±1°C in 32 weeks (8 months). The weight loss and quality attributes after storage were evaluated. Seed potato that sprayed with 3% and 1% L-Cysteine concentrations after storage 32 weeks were delayed sprout germination and firmness of seed potato, followed by 3% calcium chloride and 0.5% calcium nitrate. Therefore, these antioxidants were treated seed potato for sprout inhibition and prolonged the shelf life in 2020. The second experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with five treatments of various antioxidants (3% calcium chloride, 0.5% calcium nitrate, 1% L-cysteine and 3% L-cysteine) compared with untreated (control) and four replications after that storage at 5±1°C in 30 weeks (7.5 months). Weight loss of seed potato that sprayed with 0.5% calcium nitrate was showed the lowest (9.13%) in seed tuber, followed by 3% L-Cysteine (9.18%). Seed potato that sprayed with 3% L-Cysteine was higher firmness (62.5 N), TSS (7.39%), sucrose (6.28%), glucose (6.88%), fructose (7.02%) and number of sprout (11.6 sprouts) than other concentration after storage 24 weeks. In summary, the seeds that sprayed with 0.5% calcium nitrate และ 3% L-Cysteine were

กรมวิชาการเกษตร

prolonged the shelf life and maintained quality attributes during stored at 5±1°C in 30-32 weeks (7.5-8 months)

Keywords: Antioxidant, storage life, sprout, seed, potato

6. คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด เป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จังหวัดที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2561 มีพื้นที่ 37,858 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 35,482 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 2,376 ไร่ ผลผลิตรวม 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทั้งมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปและมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศมาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) นอกจากนี้ปัญหาต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง จากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาการติดโรคมากับหัวพันธุ์มันฝรั่งและการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้ผลผลิตได้รับความเสียหายไม่สามารถนำไปใช้เป็นหัวพันธุ์ต่อได้ ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร

มันฝรั่งภายหลังเก็บเกี่ยวจะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ภายหลังการเก็บรักษา 4 เดือน ตามันฝรั่งจะเริ่มงอก ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาลดลง ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ที่พบในผักและผลไม้ ได้แก่ citric acid มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ในขณะที่ ascorbic acid ช่วยในการรักษาสีและความสดใหม่ของผักและผลไม้ ป้องกันการเกิดจุดสีน้ำตาล (Washburn and Jensen, 2017) และ การใช้เกลือ calcium จะช่วยรักษาความแข็งแรงของผนังเซลล์ รักษาความแน่นเนื้อ และชะลอการสลายโมเลกุลไขมันของเนื้อเยื่อ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้นานขึ้น (Zeraatgar et al., 2018) ลดการคายน้ำหรือสูญเสียน้ำ ลดความเสียหายจากการเกิดไส้สีน้ำตาล ลดความเสียหายทางกายภาพ และลดการเกิดโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว (เฉลิมชัย, 2018) เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นสารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น เช่น การใช้สาร ascorbic acid 1% ผสม oxalic acid 0.1% จุ่มนาน 10 นาที สามารถชะลอการเกิดเปลือกสีน้ำตาล และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในลำไย และยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน (สนอง และคณะ, 2550) Marshall et al. (2000) เก็บผลลำไยสดที่ 5°C

กรมวิชาการเกษตร

สามารถเก็บรักษาได้ 21 วัน (อรรณพ และคณะ, 2534) และเก็บรักษาได้นาน 2-4 สัปดาห์ (Kader, 2001) ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-5ºC จะเก็บได้นานถึง 30 วัน (สถาบันอาหาร, 2541) การใช้ calcium chloride 4% เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ salicylic acid 5 mM, ascorbic acid 11 mM และ citric acid 5 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18±2ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล และรักษาคุณภาพของผลโลควอท และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) นอกจากนี้ L-cysteine เป็นสารที่ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รส ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล และยืดอายุการเก็บรักษาน้ำมะนาว (ศิวาพร และคณะ, 2545)

ดังนั้นจึงดำเนินวิจัยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้สารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และสาร L-cysteine ร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิที่ 5±1ºC ในห้องเย็น จะช่วยยืดอายุ และลดโอกาสในการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวได้

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ สาร citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และสาร L-cysteine เครื่องวัดความแน่นเนื้อ เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (ซูโครส กลูโคส ฟรักโตส TSS) เครื่องวัดกรดมาลิก และอุปกรณ์เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด ป้ายแท็กแข็ง
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

- วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

<u>แผนการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ประกอบด้วย 21 กรรมวิธี (treatments) ได้แก่ การไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ/พ่นน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) การพ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 % ascorbic acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 % calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 % calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 % และ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 %

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ	ระดับความเข้มข้นของสาร (%)
1	ไม่พ่นสาร (control)	0
2	citric acid (CA)	0.1
3	citric acid (CA)	0.5
4	citric acid (CA)	1
5	citric acid (CA)	3
6	ascorbic acid (AA)	0.1
7	ascorbic acid (AA)	0.5
8	ascorbic acid (AA)	1
9	ascorbic acid (AA)	3
10	calcium chloride (CC)	0.1
11	calcium chloride (CC)	0.5
12	calcium chloride (CC)	1
13	calcium chloride (CC)	3
14	calcium nitrate (CN)	0.1
15	calcium nitrate (CN)	0.5
16	calcium nitrate (CN)	1
17	calcium nitrate (CN)	3
18	L-cysteine (LC)	0.1
19	L-cysteine (LC)	0.5
20	L-cysteine (LC)	1
21	L-cysteine (LC)	3

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 จำนวน 1,200 หัว โดยคัดมันฝรั่งที่มีผิวเรียบสะอาด มีขนาด น้ำหนัก และสีใกล้เคียงกัน
2. นำสารละลายที่เตรียมได้ ปริมาณ 500 ml ในแต่ละกรรมวิธี มาพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ทั่วทั้งหัว เป่าให้แห้งด้วยลมเย็น เพื่อควบคุมการเกิดโรค ไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C
3. ตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 และ 32 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันเก็บเกี่ยว วันคัดขนาด และวันเก็บผลผลิตในห้องเย็น
2. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การงอกของตา (จำนวนตา ความกว้าง-ยาว) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) อายุการเก็บรักษา และความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

ขั้นตอนที่ 2 การหาชนิดของสารที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete design (RCBD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 หัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่พ่นสารละลาย (control)
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารละลาย calcium Chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3%
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลาย calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5%
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารละลาย L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารละลาย L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3%

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 จำนวน 1,400 หัว โดยคัดมันฝรั่งที่มีผิวเรียบสะอาด มีขนาด น้ำหนักและสีใกล้เคียงกัน
2. นำสารละลายที่เตรียมได้ ปริมาณ 500 ml ในแต่ละกรรมวิธี มาพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ทั่วทั้งหัว เป่าให้แห้งด้วยลมเย็น เพื่อควบคุมการเกิดโรค ไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C
3. ตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 และ 30 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันเก็บเกี่ยว วันคัดขนาด และวันเก็บผลผลิตในห้องเย็น
2. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) การงอกของตา (จำนวนตา ความกว้าง-ยาว) อายุการเก็บรักษา และ ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้การทดสอบ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลอง โดยใช้ Tukey's HSD (honestly significant difference) test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมทางสถิติ Statistix

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น 2562-สิ้นสุด 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

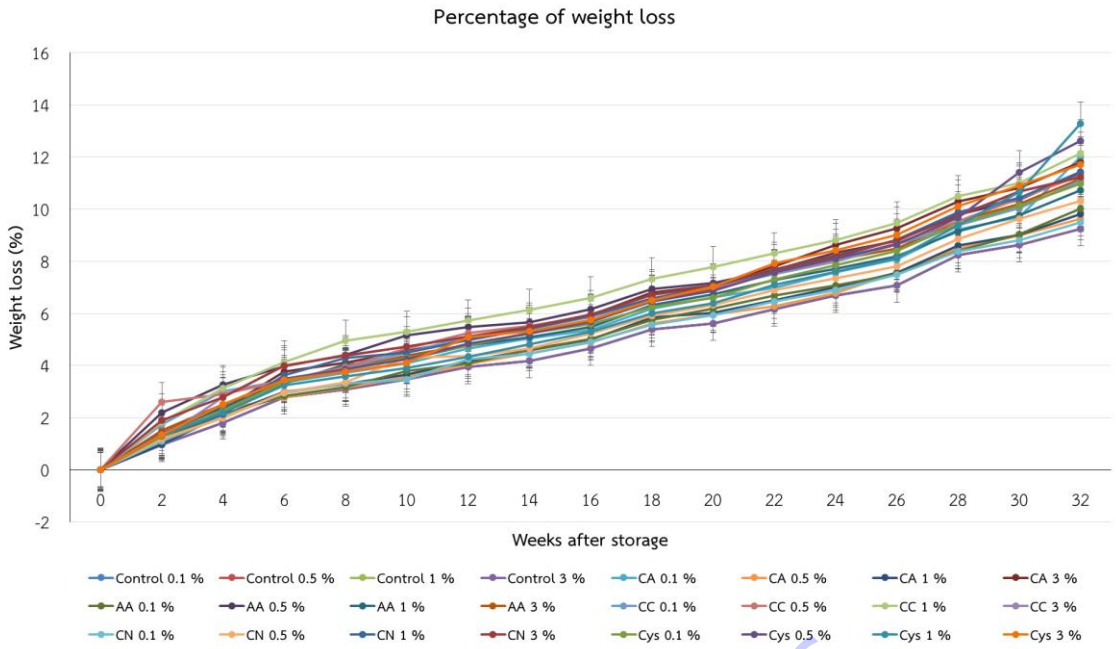
ขั้นตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

1. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา

1.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสาร อายุหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์

การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากกระบวนการหายใจของผลผลิตในการเปลี่ยนน้ำตาลและแป้งไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ อีกทั้งเกิดการสูญเสียความชื้นจากความแตกต่างระหว่างความดันภายในผลผลิตและอากาศภายนอก (Butchbaker *et al*., 1973) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) การไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.2% รองลงมาคือ การพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% สาร citric acid ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สาร ascorbic acid ระดับความเข้มข้น 0.5% และสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% มีค่าเฉลี่ย 9.49 9.64 9.81 10.2 และ 10.32% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 1, ตารางผนวกที่ 1) ดังนั้นการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน ไม่ได้ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Lodhi and Tiwari (2017) ใช้สาร calcium nitrate ที่ความเข้มข้นที่ 1% สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะขามป้อมได้ระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ Rabiei *et al*. (2011) ใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% กับแอปเปิลพันธุ์ Jonagold ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญ การใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในผลผลิตแอปเปิลพันธุ์ Anna ได้ดีที่สุด (Ashour, 2020) และ การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ ascorbic acid อัตรา 6 g L^{-1} and N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g L^{-1} ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ (8 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

1.2 การงอกของตา

1) จำนวนตา

จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากตาของมันฝรั่งจะงอกภายใน 3 เดือน ภายหลังจากผ่านการพักตัว (break dormancy) ภายหลังการเก็บเกี่ยว (อรทัย, 2562) ซึ่งเกิดจากการพักตัวแบบ endodormancy เป็นการพักตัวที่เกิดจากปัจจัยภายในตัวพืช ซึ่งพืชไม่สามารถชักนำให้เกิดการงอกของตาได้ แม้จะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็ตาม หลังจากผ่านการพักตัวพืชเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเกิดการงอกของตาขึ้น (Sonnewald and Sonnewald, 2013) มันฝรั่งจะเริ่มมีการงอกของตาภายหลังเก็บรักษาที่ 18 สัปดาห์ (4.5 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5$\pm$1 °C จำนวน 3.5-9.1 ตา เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7 เดือน) จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% มีการงอกของตาน้อยที่สุด 10.7 ตา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% และ 3% สาร L-cysteine ระดับความเข้มข้น 0.1% สาร calcium chloride ระดับความเข้มข้น 1% 0.1% และ 0.5% สาร L-cysteine ระดับความเข้มข้น 1% 3% และ 0.5% สาร calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร ascorbic acid ระดับความเข้มข้น 3% และ 0.1% และ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 1% มีค่าเฉลี่ยจำนวนตาที่งอก 12.6 12.9 13.5 13.7 14.0 14.1 14.3 14.3 14.6 และ 14.7 ตา ตามลำดับ แต่แตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ พ่น

กรมวิชาการเกษตร

สาร citric acid ทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 5) นอกจากนี้การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pringle *et al*., 2009) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019) นอกจากนี้ เอนไซม์ซิสเตอีนโปรติเอส (cysteine protease) ที่พบในพืชชั้นสูง เช่น ปาเปน และโบรมีเลน ซึ่งสามารถย่อยสลายโปรตีน (กิตตินาถ, 2558) ซึ่งกิจกรรมโปรตีเอสของซีสเทอีนจะช่วยชะลอการงอกของตามันฝรั่งในที่มืด (Grandellis *et al*., 2016) อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้มีความแตกต่างจาก Marvin *et al*. (2017) รายงานว่าการจุ่มสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% นาน 10 นาที ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาแรดิชภายหลังเก็บรักษา 8 วันได้ และ การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.2% ในเมล็ดมะเขือม่วง ช่วยส่งเสริมมการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้นที่ระดับอุณหภูมิต่ำ 35°C (Salles *et al*., 2019)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 18-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ความเข้มข้นสาร	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
		18	20	22	24	26	28	30	32
ไม่พ่นสาร (control)		8.9 b	9.3 bc	9.6 ab	9.7	14.0 ab	15.4 bc	15.9 cd	16.0 abcd
Citric acid	0.1 %	7.4 ab	8.1 abc	8.7 ab	8.7	11.6 ab	17.1 c	16.2 d	16.3 abcd
	0.5 %	6.7 ab	7.9 abc	8.0 ab	8.0	12.7 ab	15.1 bc	15.1 cd	17.7 abcd
	1 %	7.4 ab	7.9 abc	7.9 ab	7.9	12.7 ab	15.5 bc	16.1 d	19.5 d
	3 %	9.1 b	9.3 bc	9.4 ab	9.4	13.3 ab	15.2 bc	15.5 cd	19.8 d
Ascorbic acid	0.1 %	7.6 ab	9.6 bc	10.0 ab	10.0	13.3 ab	13.5 abc	14.7 abcd	19.9 d
	0.5 %	5.9 ab	7.5 abc	7.5 ab	7.5	12. ab	14.7 abc	15.6 cd	20.1 d
	1 %	7.7 ab	8.2 abc	8.2 ab	8.3	11.3 ab	14.1 abc	15.7 cd	19.2 cd
	3 %	8.9 b	9.7 bc	10.1 ab	10.7	13.2 ab	13.6 abc	14.6 abcd	20.0 d
Calcium chloride	0.1 %	5.5 ab	7.0 abc	8.1 ab	9.9	11.6 ab	13.3 abc	13.5 abcd	18.2 bcd
	0.5 %	7.3 ab	9.1 abc	9.7 ab	10.8	12.3 ab	12.8 ab	13.7 abcd	17.7 abcd
	1 %	6.0 ab	8.0 abc	8.3 ab	9.6	11.6 ab	12.7 ab	12.9 abcd	17.8 abcd
	3 %	6.03 ab	6.5 abc	7.6 ab	8.2	10.2 ab	10.5 a	10.7 a	14.3 ab
Calcium nitrate	0.1 %	4.8 ab	8.0 abc	8.2 ab	8.5	9.7 a	10.7 a	11.1 ab	14.4 ab
	0.5 %	5.43 ab	10.7 c	11.0 b	12.0	13.5 ab	14.3 abc	14.3 abcd	16.8 abcd
	1 %	5.3 ab	7.0 abc	8.2 ab	10.6	12.8 ab	14.0 abc	14.9 bcd	16.9 abcd
	3 %	3.7 a	6.1 ab	7.0 ab	8.6	10.7 ab	11.4 ab	11.9 abc	13.5 a
L-Cysteine	0.1 %	4.0 a	7.1 abc	7.9 ab	10.2	13.0 ab	11.9 ab	12.6 abcd	15.1 abc
	0.5 %	4.1 a	5.0 a	6.2 a	9.1	12.5 ab	13.1 abc	14.3 abcd	16.9 abcd
	1 %	3.5 a	7.1 abc	8.7 ab	10.8	13.1 ab	12.9 ab	14.0 abcd	16.6 abcd
	3 %	4.5 ab	7.1 abc	8.7 ab	11.7	14.1 b	12.7 ab	14.1 abcd	17.3 abcd
F-test		*	*	*	ns	*	*	*	*
%CV		31.75	23.22	20.98	20.36	14.74	13.46	12.16	10.60

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

2) ความกว้างของตา

ขนาดความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 5±1 °C ความกว้างของตามันฝรั่งจะเริ่มวัดขนาดได้หลังจากเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5 เดือน) ขนาดความกว้างเฉลี่ย 0.88-1.38 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) ความกว้างของตามันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% มีแนวโน้มความกว้างเฉลี่ยของตาน้อยที่สุด 3.18 มิลลิเมตร รองลงมาคือ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และสาร calcium chloride

ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% และ 0.5% และ มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 3.26 3.34 3.36 และ 3.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความกว้างตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 22-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ความเข้มข้นสาร	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)					
		22	24	26	28	30	32
ไม่พ่นสาร (control)		1.06	1.42 abc	1.98	2.60 ab	3.04	3.66
Citric acid	0.1 %	1.20	1.38 abc	2.20	2.68 ab	3.12	3.74
	0.5 %	0.90	1.42 abc	1.92	2.26 a	2.80	3.60
	1 %	1.02	1.00 a	1.82	2.50 ab	3.08	3.50
	3 %	1.18	1.34 abc	1.74	2.46 ab	2.94	3.64
Ascorbic acid	0.1 %	1.30	1.70 c	2.02	2.58 ab	3.06	3.58
	0.5 %	0.86	1.06 ab	2.00	2.46 ab	2.96	3.48
	1 %	1.26	1.64 c	2.12	2.64 ab	2.98	3.80
	3 %	1.24	1.74 c	2.24	2.74 ab	2.98	3.46
Calcium chloride	0.1 %	1.38	1.56 bc	1.94	2.62 ab	2.90	3.36
	0.5 %	1.34	1.66 c	2.08	2.66 ab	2.88	3.40
	1 %	0.88	1.70 c	2.16	2.72 ab	3.52	3.58
	3 %	1.50	1.54 abc	1.98	2.56 ab	3.26	3.30
Calcium nitrate	0.1 %	1.42	1.64 c	2.10	2.76 ab	3.24	3.58
	0.5 %	1.20	1.58 bc	1.92	2.52 ab	2.88	3.26
	1 %	1.10	1.50 abc	2.10	2.62 ab	3.20	3.70
	3 %	1.20	1.60 bc	2.12	2.56 ab	3.10	3.76
L-Cysteine	0.1 %	1.14	1.58 bc	2.02	2.60 ab	2.98	3.18
	0.5 %	1.32	1.44 abc	2.08	2.80 ab	3.04	3.42
	1 %	0.98	1.34 abc	2.18	3.14 b	3.14	3.34
	3 %	1.18	1.28 abc	1.52	2.54 ab	2.90	3.56
F-test		ns	*	ns	*	ns	ns
%CV		51.63	16.34	16.12	12.51	11.41	10.33

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

3) ความยาวของตา

ขนาดความยาวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิ 5±1 °C ความยาวตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งจะเริ่มวัดขนาดได้หลังจากเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5 เดือน) จะมีตาเริ่มงอกยาวเฉลี่ย 0.6-1.5 มิลลิเมตร เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) ความยาวของตามันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% มีความยาวของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.82 และ 2.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือ สาร calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% มีค่าเฉลี่ย 2.94 มิลลิเมตร แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธี ยกเว้นการพ่นสาร ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 0.1% (ตารางที่ 11) การงอกของตาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษาลดลง ซึ่งเกิดจากการสูญเสียแป้ง โปรตีน และเกิดการเหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ (Sonnewald and Sonnewald, 2014) ประกอบกับตาของหัวมันฝรั่งถ้ามีความยาวตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป จะไม่เหมาะสำหรับจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้า แต่ยังคงสามารถใช้ปลูกในแปลงของเกษตรกรได้ (Shibairo *et al*., 2006) ดังนั้นการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะมีความยาวของตาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และยังคงสามารถใช้เพื่อจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ได้ภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kirli *et al*. (2019) จุ่มหัวมันฝรั่งในสารละลาย calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถชะลอความยาวของตามันฝรั่งที่งอกในระหว่างการเก็บรักษาคิดเป็นร้อยละ 15 และ 42

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 ความยาวตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 22-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ความเข้มข้นสาร	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)					
		22	24	26	28	30	32
ไม่พ่นสาร (control)		1.32	1.72 ab	2.01 bc	2.90	2.62	3.72 ab
Citric acid (CA)	0.1 %	1.48	1.64 ab	2.16 c	2.90	2.68	4.06 ab
	0.5 %	0.60	1.54 ab	1.76 abc	2.38	2.44	3.50 ab
	1 %	0.90	1.14 a	1.82 abc	2.78	2.72	3.82 ab
	3 %	1.32	1.36 ab	1.54 ab	2.66	2.78	3.66 ab
Ascorbic acid (AA)	0.1 %	1.28	1.92 b	2.04 bc	2.76	2.54	4.38 b
	0.5 %	0.96	1.30 ab	2.02 bc	2.54	2.52	3.76 ab
	1 %	1.26	1.76 ab	1.92 bc	2.46	2.52	4.02 ab
	3 %	1.10	1.68 ab	2.00 bc	2.56	2.42	3.48 ab
Calcium chloride (CC)	0.1 %	1.24	1.38 ab	1.74 abc	2.40	2.42	3.26 ab
	0.5 %	1.24	1.48 ab	1.90 abc	2.46	2.34	3.62 ab
	1 %	0.84	1.46 ab	1.90 abc	2.38	2.58	3.36 ab
	3 %	1.34	1.40 ab	1.86 abc	2.38	2.68	2.94 a
Calcium nitrate (CN)	0.1 %	1.50	1.50 ab	1.94 bc	2.56	2.86	3.40 ab
	0.5 %	1.24	1.56 ab	1.76 abc	2.38	2.44	3.08 a
	1 %	1.20	1.56 ab	1.84 abc	2.46	2.68	3.70 ab
	3 %	1.34	1.68 ab	2.06 bc	2.36	2.74	3.64 ab
L-Cysteine (Cys)	0.1 %	1.20	1.50 ab	1.84 abc	2.56	2.30	3.04 a
	0.5 %	1.42	1.48 ab	1.82 abc	2.36	2.64	3.02 a
	1 %	1.18	1.32 ab	1.64 abc	2.42	2.66	2.92 a
	3 %	1.14	1.16 a	1.34 a	2.38	2.50	2.82 a
F-test		ns	ns	*	*	ns	ns
%CV		44.7	47.60	18.84	12.65	12.55	12.61

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วย calcium nitrate มี TSS ต่ำที่สุด 6.76 % ซึ่งไม่แตกต่างกับการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่น ๆ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ที่ไม่มี

การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nasima *et al*. (2019) ใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% กับฝรั่ง ส่งผลให้มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด และต่ำกว่าการใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งตรงกันข้ามกับการทดลองของ Bisen *et al*. (2014) ทดสอบการใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ในผลฝรั่ง ส่งผลให้ได้ TSS สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในการเก็บรักษาผลผลิตพีชภายหลังการเก็บเกี่ยว สามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของ TSS ปริมาณน้ำตาลซูโคส และฟรุกโตสในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C แต่ภายหลังค่าดังกล่าวกลับเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าชุดควบคุม (Yang *et al*., 2019)

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษาที่ 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ไม่พ่นสาร (control)	5.32 b	7.50 c	7.20 ab	7.03 ab	7.03 a	6.93	6.48	6.73 ab	6.78 ab
Citric acid	5.07 a	7.44 bc	7.47 b	7.24 b	7.03 a	6.89	6.55	6.69 ab	6.79 ab
Ascorbic acid	5.38 b	7.04 ab	7.10 a	7.15 ab	6.95 a	6.71	6.76	6.89 b	6.96 b
Calcium chloride	5.47 b	7.09 abc	7.28 ab	6.90 a	7.35 b	6.69	6.68	6.91 b	6.60 a
Calcium nitrate	5.30 ab	6.91 a	7.05 a	7.06 ab	6.78 a	6.68	6.59	6.53 a	6.53 a
L-Cysteine	5.44 b	6.95 a	7.21 ab	7.26 b	6.97 a	6.69	6.55	6.51 a	6.70 ab
F-test	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*
%CV	0.24	0.43	0.28	0.29	0.30	0.31	0.37	0.31	0.27
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ		**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**	**32**
ไม่พ่นสาร (control)		6.93 c	6.48	6.83 b	6.43	6.85 ab	6.30 a	7.20 b	6.95 a
Citric acid		6.72 bc	6.74	6.91 b	6.51	6.84 ab	6.62 ab	6.92 ab	7.04 ab
Ascorbic acid		6.68 bc	6.72	6.79 b	6.74	7.13 bc	7.08 c	6.99 ab	7.29 c
Calcium chloride		6.66 bc	6.71	6.66 ab	6.44	6.96 abc	7.14 c	7.14 b	7.33 c
Calcium nitrate		6.24 ab	6.43	6.41 a	6.68	6.67 a	6.71 b	6.76 a	6.97 a
L-Cysteine		6.53 ab	6.61	6.80 b	6.69	7.26 c	7.14 c	6.91 ab	7.19 ab
F-test		*	ns	*	ns	*	*	*	*
%CV		0.37	0.32	0.29	0.37	0.30	0.34	0.35	0.21

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1.0 และ 3 % กับหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีปริมาณ TSS ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) และปริมาณ TSS ในแต่ละระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

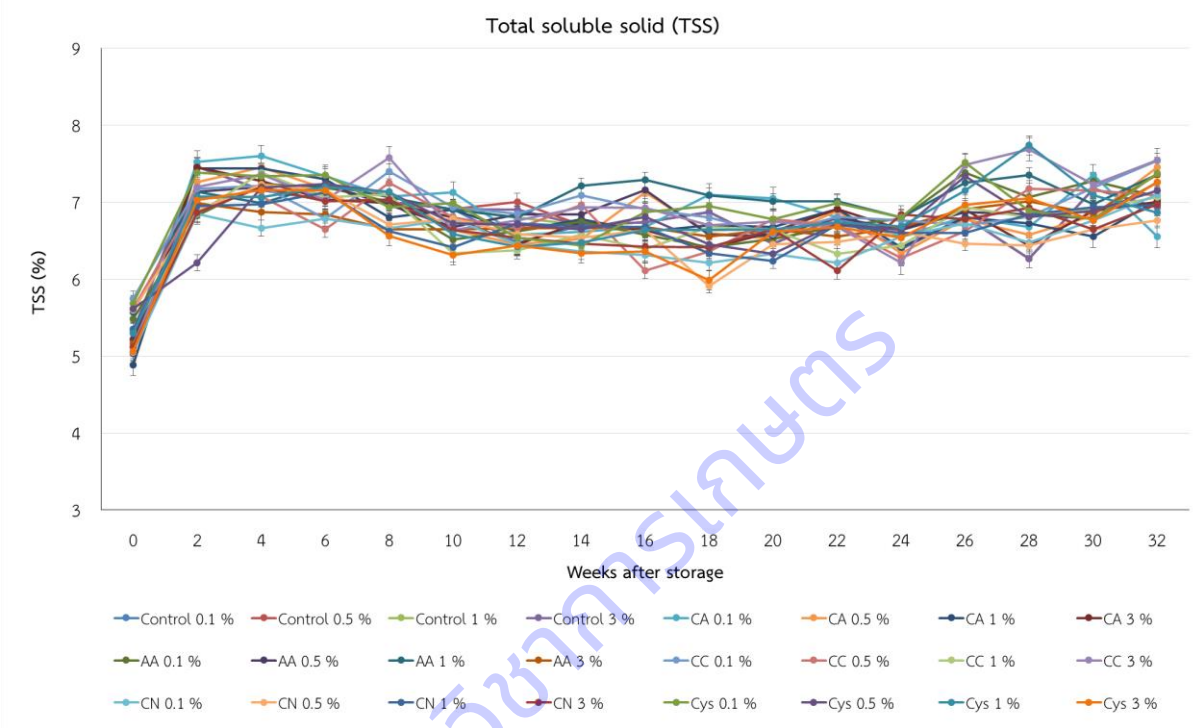
ความเข้มข้นสาร	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
0.1 %	5.41 b	7.23	7.23	7.10	7.04	6.91 b	6.60	6.69	6.71
0.5 %	5.45 b	7.03	7.25	7.10	7.05	6.77 ab	6.64	6.72	6.78
1.0 %	5.31 ab	7.17	7.20	7.18	6.98	6.70 ab	6.60	6.76	6.75
3.0 %	5.15 a	7.19	7.20	7.04	7.00	6.68 a	6.58	6.66	6.65
F-test	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
%CV	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
ความเข้มข้นสาร		**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**	**32**
0.1 %		6.75	6.63	6.74	6.67	7.01	6.71 a	7.11	7.12
0.5 %		6.49	6.54	6.76	6.50	6.84	6.71 a	6.93	7.13
1.0 %		6.74	6.64	6.78	6.58	6.95	6.98 b	6.96	7.06
3.0 %		6.51	6.65	6.64	6.58	7.00	6.93 ab	6.95	7.20
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
%CV		0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยวิธี Tukey HSD.

ปริมาณ TSS ของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C และมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 32 สัปดาห์ (8 เดือน) การพ่นสาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุดเฉลี่ย 6.58% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับการพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1%, L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และชุดควบคุม มีปริมาณ TSS เฉลี่ย 6.78, 6.90 และ 6.95 % ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 และ 3 % มีปริมาณ TSS เฉลี่ย 7.58 % (ภาพที่ 2, ตารางผนวกที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดปริมาณ TSS ของผลแอปเปิ้ล “Jonagold” ในระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% และ Yang *et al*. (2019) รายงานการใช้สาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในการเก็บรักษาผลผลิตพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว สามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของ TSS ปริมาณน้ำตาลซูโคส และฟรุกโตสในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C แต่ภายหลังค่าดังกล่าวกลับเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความ

กรมวิชาการเกษตร

เข้มข้น 2% กับฝรั่ง ส่งผลให้มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด และต่ำกว่าการใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน (Nasima *et al*., 2019) แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการใช้ calcium nitrate ที่ความเข้มข้น 2, 3, 4 % ไม่สามารถลดปริมาณ TSS ในผลแพร์ cv. Nijisseiki ในระหว่างการเก็บรักษา 70 วัน ที่อุณหภูมิ 0-1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Kaur *et al*., 2017) และ การใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.5% ในน้อยหน่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, 0 และ 5 °C ไม่มีปริมาณ TSS แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (Kumhar *et al*., 2014)



ภาพที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-32 สัปดาห์ (8 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

1.4 อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังเก็บรักษาได้ 18 สัปดาห์ (4.5 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5±1 °C จะเกิดการงอกของตาพร้อมกันเฉลี่ย 3.5-9 ตา แต่ยังไม่สามารถวัดขนาดได้ เนื่องจากตาที่งอกมีขนาดเล็กมาก ภายหลังเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5.5 เดือน) จึงสามารถวัดขนาดความกว้างของตาของมันฝรั่งได้เฉลี่ย 0.88-1.85 มิลลิเมตร ความยาวของตาเฉลี่ย 0.58-1.63 มิลลิเมตร ทั้งนี้ถ้าตางอกยาวเกิน 3 มิลลิเมตร ไม่สามารถใช้จำหน่ายในเชิงการค้าได้ (Shibairo et al., 2006) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยชะลอความยาวของตาให้ช้าลง ความยาวของตาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร สามารถจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้าได้ นอกจากนี้การพ่นสาร

calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะชะลอการงอกของตาได้ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 18 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pace *et al*. (2015) รายงานว่า L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1% มีอิทธิพลการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมตัดแต่ง (fresh-cut lettuce) ได้นานขึ้น 40% ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere) การใช้สาร L-cysteine ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในพลัมเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1°c) และเป็นวิธีการที่มีความปลอดภัย (Sogvar *et al*., 2020) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019) และ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 1% ในการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในด้านความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Garcia *et al*., 1996) นอกจากนี้ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา แอปเปิ้ล “Jonagold” ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ได้นาน 150 วัน และ Gonzales and Quevedo (2017) รายงานว่า calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน แต่ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาในหัวแรดิชเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่ 2-8 วัน ถึงแม้การทดลองในมันฝรั่ง citric acid จะให้ประสิทธิภาพน้อยกว่าสารประเภทอื่น แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้สาร citric acid หรือ ascorbic acid หรือนำมาใช้ร่วมกันยังคงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งและช่วยลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในผลผลิตได้ (Giannuzzi *et al*., 1995) ดังนั้น L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน 32 สัปดาห์ หรือ 8 เดือน ในขณะที่การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผึ่งไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ (อุณหภูมิห้อง) จะสามารถเก็บไว้ได้นาน 2.5-3 เดือน จึงมีการงอกของตา เนื่องจากพ้นการพักตัว (break dormancy) ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (อรทัย, 2561)

1.5 ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ 5 ชนิด ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และ L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3 % และไม่มีการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระในทุกกรรมวิธี ไม่พบการเหี่ยวของผลผลิต หรือการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อราไวรัส และแบคทีเรีย เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5$\pm$1 °C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) มีงานวิจัยที่ได้รายงานเกี่ยวกับการลดความเสียหายของผลผลิตโดยใช้สาร citric acid, ascorbic acid, calcium chloride ที่ความเข้มข้น 2.0% ร่วมกับรังสี gamma (0.4 kGy) กับแอปเปิล “Red Delicious” ที่อุณหภูมิ 17$\pm$2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% นาน 90 วัน (Hussain *et al*., 2012) การใช้

กรมวิชาการเกษตร

calcium chloride 4% เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ salicylic acid 5 mM, ascorbic acid 11 mM และ citric acid 5 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล และรักษาคุณภาพของผลโลควอท และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) การใช้ calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยลดอัตราการเกิดโรคลง 2.08% ในผลพีช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา ±8-10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% นาน 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยลดการสูญเสียผลิตผลฝรั่งภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (Rajput *et al*., 2008) และ N-acetyl-L-cysteine ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาล และการเกิดโรคในลำไย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15+2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 6 วัน (Sodchit *et al*., 2008)

1.6 ต้นทุนการผลิต

การใช้สารต้านทานอนุมูลอิสระในการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็นอุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 32 สัปดาห์ ไม่พ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ (Control) พ่นสาร citric acid 0.1% calcium chloride 0.1% และสาร calcium nitrate 0.1% มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด 4,043 บาท คิดเป็นร้อยละ 4.7 ส่วนการพ่นสาร L-cysteine 3% มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด 4,511 บาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 เพิ่มขึ้นจากการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ 468 หรือคิดเป็นร้อยละ 0.6 (ตารางที่ 14)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 14 ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 และการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็นอุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 32 สัปดาห์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562

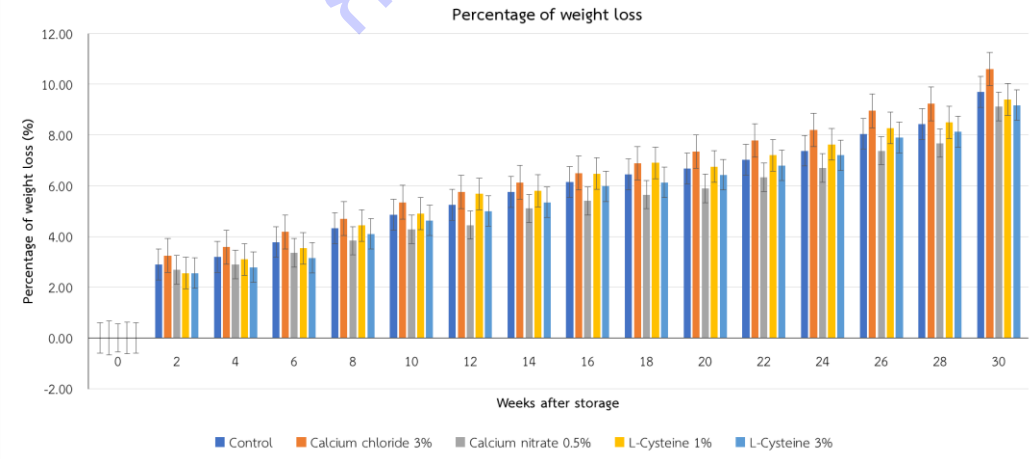
รายการ	ชนิดของสาร																				
	ไม่พ่นสาร (Control)	citric acid 0.1%	citric acid 0.5%	citric acid 1%	citric acid 3%	corbic ac 0.1%	ascorbic acid 0.5%	ascorbic acid 1%	ascorbic acid 3%	calcium chloride 0.1%	calcium chloride 0.5%	calcium chloride 1%	calcium chloride 3%	calcium nitrate 0.1%	calcium nitrate 0.5%	calcium nitrate 1%	calcium nitrate 3%	L-cystein 0.1%	L-cysteine 0.5%	L-cysteine 1%	L-steine 5%
1. ต้นทุนผันแปร																					
1.1 ค่าแรงงานปลูกถึงเก็บเกี่ยว (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน)	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286
1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัส 90 บ./ชุด และแบคทีเรีย 80 บ./ชุด)	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
1.3 ค่าวัสดุการเกษตร																					
1) ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กก./ไร่	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
2) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
3) ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1.4 หัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 (25 บ./กก.)	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
1.5 ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
1.6 ค่าไฟฟ้า (ห้องเย็นเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่ง)	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336
1.7 ราคาของสาร	-	0.3	1.6	3.2	9.5	1.1	5.5	11.1	33.2	0.4	1.9	3.7	11.1	0.4	1.8	3.6	10.8	15.6	78	156	468
1.8 ค่าแรงในการบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/ครั้ง)	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243
รวมต้นทุนทั้งหมด/ชนิดสาร	**4,043**	**4,043**	**4,045**	**4,046**	**4,052**	**4,044**	**4,049**	**4,054**	**4,076**	**4,043**	**4,045**	**4,047**	**4,054**	**4,043**	**4,045**	**4,047**	**4,054**	**4,059**	**4,121**	**4,199**	**4,511**

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 2 การหาชนิดของสารที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง คุณภาพผลผลิตหลังการพ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ

2.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสาร อายุหลังเก็บรักษา 0-30 สัปดาห์

การสูญเสียน้ำหนักจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C เนื่องจากกระบวนการหายใจของผลผลิตในการเปลี่ยนน้ำตาลและแป้งไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ และเกิดการสูญเสียความชื้นจากความแตกต่างระหว่างความดันไอภายในผลผลิตและอากาศภายนอก (Butchbaker *et al*., 1973) หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังเก็บรักษา 30 สัปดาห์ หรือ 7.5 เดือน ที่พ่นสาร calcium nitrate 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเฉลี่ย 9.13 % รองลงมาคือ L-cysteine 3% L-cysteine 1% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 9.18 9.40 9.70 และ 10.60 % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 3, ตารางผนวกที่ 3) ผลจากการทดลองใช้สาร calcium nitrate ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nasima *et al*. (2019) รายงานว่าการจุ่มผลฝรั่งในสาร calcium nitrate ความเข้มข้น 2% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้การเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์ “Gola” ด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.25% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (Ali *et al*., 2016) การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g L^{-1} ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังจากเก็บรักษานาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015) แต่จากการทดสอบหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้ สาร calcium chloride ความเข้มข้น 2% กับผลแบลคเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ และสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำ (0°C) สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากที่สุด ส่วนชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (Turmanidze *et al*., 2016)



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

กรมวิชาการเกษตร

2.2 การงอกของตา

1) จำนวนตา

จำนวนตาที่งอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C หัวพันธุ์มันฝรั่งจะงอกพร้อมกันในสัปดาห์ที่ 16 (3.7 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 1% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 1.9 ตา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น L-cysteine 3% และ calcium nitrate 0.5% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 2.1 และ 2.65 ตา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น calcium chloride 3% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 3.1 ตา ส่วนหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีจำนวนตางอกสูงที่สุดเฉลี่ย 3.5 ตา ภายหลังจากเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 5.05 ตา ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-cysteine 1% และ calcium chloride 3% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 5.45 และ 5.50 ตา ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 3% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 11.6 ตา แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 14) ภายหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีตางอกภายใน 3 เดือน หลังจากผ่านการพักตัว (break dormancy) (อรทัย, 2562) ซึ่งเกิดจากการพักตัวแบบ endodormancy เป็นการพักตัวที่เกิดจากปัจจัยภายในตัวพืช ซึ่งพืชไม่สามารถชักนำให้เกิดการงอกของตาได้แม้จะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็ตาม หลังจากผ่านการพักตัวพืชเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเกิดการงอกของตาขึ้น (Sonnewald and Sonnewald, 2013) นอกจากนี้การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pringle *et al*., 2009) ผลที่ได้จากการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการ Gorny *et al*. (2002) รายงานว่าการแช่ผลแพร์ที่ผ่านการแปรรูปด้วยการตัดแต่ง ในสารละลาย cysteine ที่ความเข้มข้น 1% ที่อุณหภูมิ 20°C นาน 5 นาที จะยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 0°C และการใช้ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยจำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 16-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	16	18	20	22	24	26	28	30
ไม่พ่นสาร (control)	3.5 b	3.85	4.85	5.30 ab	5.95 b	9.30	11.60	11.85
Calcium chloride 3%	3.1 bc	3.95	5.25	5.35 ab	5.5 ab	8.80	11.80	12.20
Calcium nitrate 0.5%	2.65 abc	4.20	5.35	5.80 b	5.85 b	9.85	12.75	13.05
L-Cysteine 1%	1.90 a	4.05	5.05	5.25 ab	5.45 ab	9.30	11.95	11.95
L-Cysteine 3%	2.10 ab	4.10	4.70	4.90 a	5.05 a	9.35	11.50	11.60
F-test	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
% CV	18.87	10.98	8.23	5.39	5.17	10.13	9.29	8.89

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

2) ความกว้างของตา

ขนาดความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ จะสามารถวัดความกว้างได้ในสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) ซึ่งมีความกว้างเฉลี่ย 0.8-1.0 มิลลิเมตร และภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระและไม่พ่นสาร มีขนาดความกว้างของตาเฉลี่ย 1.54-1.69 มิลลิเมตร (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 24-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	24	26	28	30
ไม่พ่นสาร (control)	0.83	1.09	1.34	1.54
Calcium chloride 3%	0.91	1.11	1.44	1.60
Calcium nitrate 0.5%	1.01	1.11	1.38	1.63
L-Cysteine 1%	1.02	1.12	1.42	1.59
L-Cysteine 3%	1.02	1.13	1.44	1.69
F-test	ns	ns	ns	ns
% CV	10.27	5.93	6.59	6.52

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

3) ความยาวของตา

ความยาวของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ จะงอกพร้อมกันในสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) ซึ่งมีความยาวตาเฉลี่ย 0.66-1.05 มิลลิเมตร ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน)

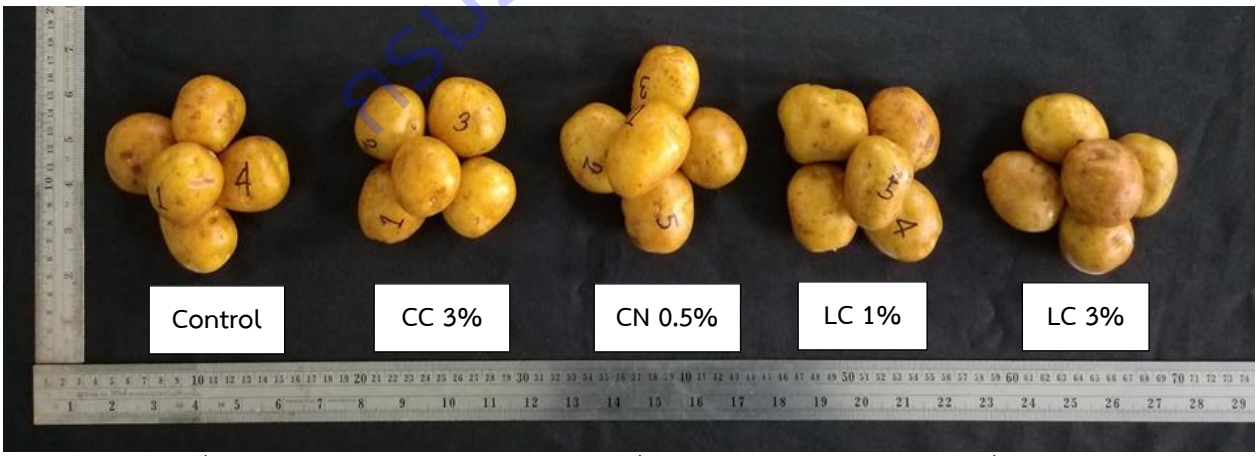
กรมวิชาการเกษตร

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ยความยาวของตา 2.19-2.71 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 16, ภาพที่ 7) ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Kirli *et al*. (2019) แช่มันฝรั่งในสารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 10% นาน 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บรักษาที่ 4ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ช่วยป้องกันการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น และลดความยาวของตาลง 67% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามความยาวของตามันฝรั่งในทุกกรรมวิธีภายหลังเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) มีความยาวของตาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร สามารถใช้จำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้าได้ (Shibairo *et al*., 2006)

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความยาวของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 24-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

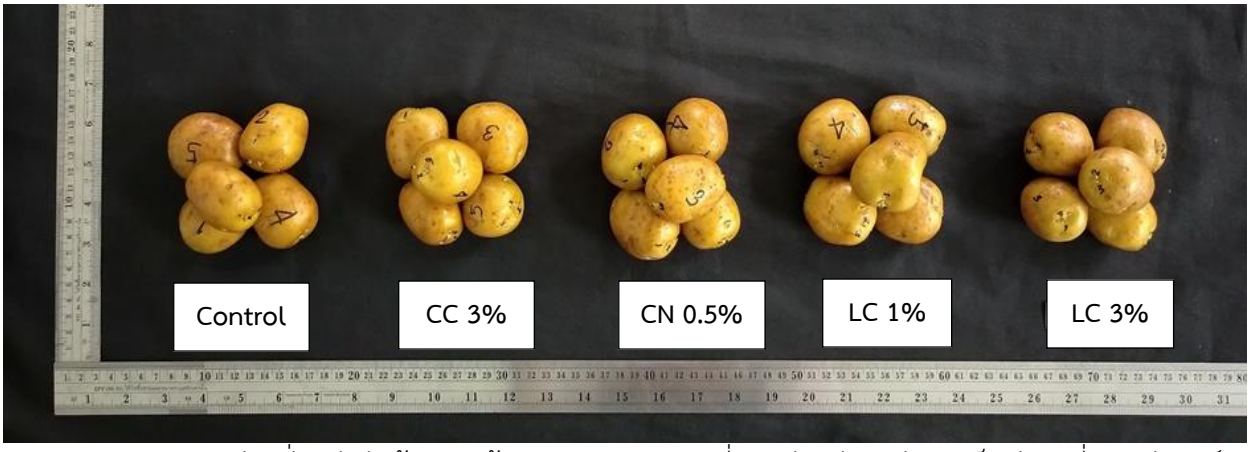
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	24	26	28	30
ไม่พ่นสาร (control)	0.66 a	1.07	1.86 a	2.19
Calcium chloride 3%	0.80 ab	1.17	2.45 b	2.71
Calcium nitrate 0.5%	0.98 b	1.11	2.26 ab	2.63
L-Cysteine 1%	0.98 b	1.11	2.49 b	2.71
L-Cysteine 3%	1.05 b	1.16	2.27 ab	2.34
F-test	*	ns	*	ns
%CV	12.54	6.82	9.36	9.83

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.



(ก) หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ก่อนการเก็บรักษาที่ 0 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

กรมวิชาการเกษตร



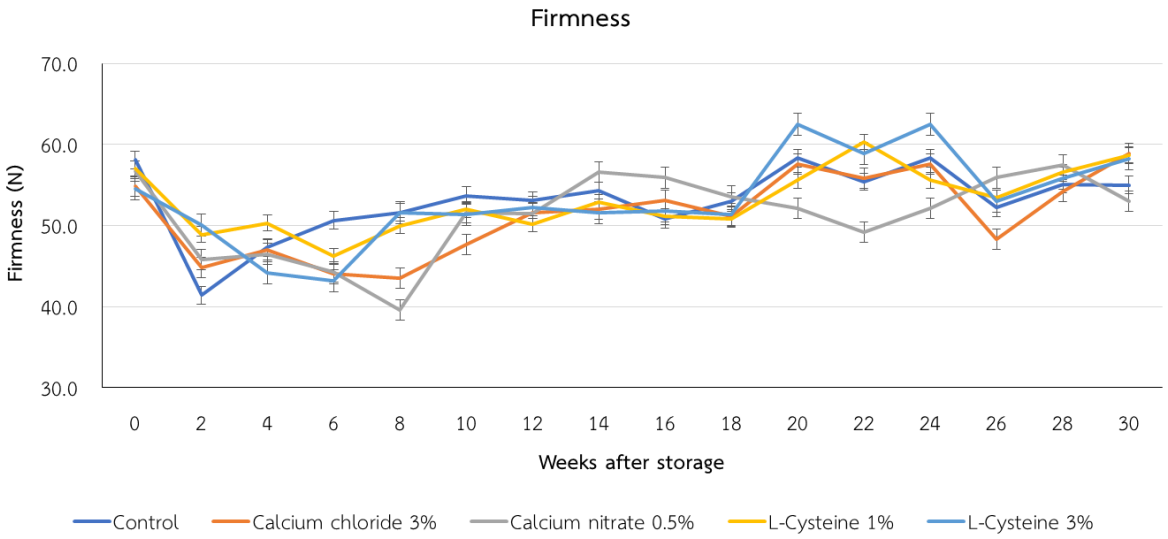
(ข) การงอกของตามันฝรั่งหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ภาพที่ 7 การงอกของตาหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563 (ก-ข)

2.3 ความแน่นเนื้อ

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร Calcium nitrate 0.5% หลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ จะมีความแน่นเนื้อสูงที่สุดเฉลี่ย 60.5 N รองลงมาคือ การพ่นสาร L-cysteine 1% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride 3% ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 60 56.6 และ 54.5 N ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-cysteine 3% มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 49.7 N (ภาพที่ 8, ตารางผนวกที่ 4) การใช้สาร calcium nitrate สามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อในผลผลิตได้ โดยการรใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% จะช่วยรักษาความแน่นเนื้อในการเก็บรักษาผลพุทราสด สูงถึง 4.22 N (Zeraatgar *et al*., 2019) calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% จะช่วยรักษาความแน่นเนื้อของแอปเปิล พันธุ์ Jonagold (Rabiei *et al*., 2011) และ การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g L^{-1} ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยรักษาความแน่นเนื้อหลังจากเก็บรักษานาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015) และ calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อ (2.21 kg cm^{-2}) ในผลพีช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา ±8–10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) แต่สำหรับการทดสอบในผลพีชกลับพบว่าการใช้สาร calcium chloride ช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้มากกว่าการใช้ calcium nitrate ที่ 5.57 และ 5.24 kg cm^{-2} ตามลำดับ (Shah and Sajid, 2017)

กรมวิชาการเกษตร

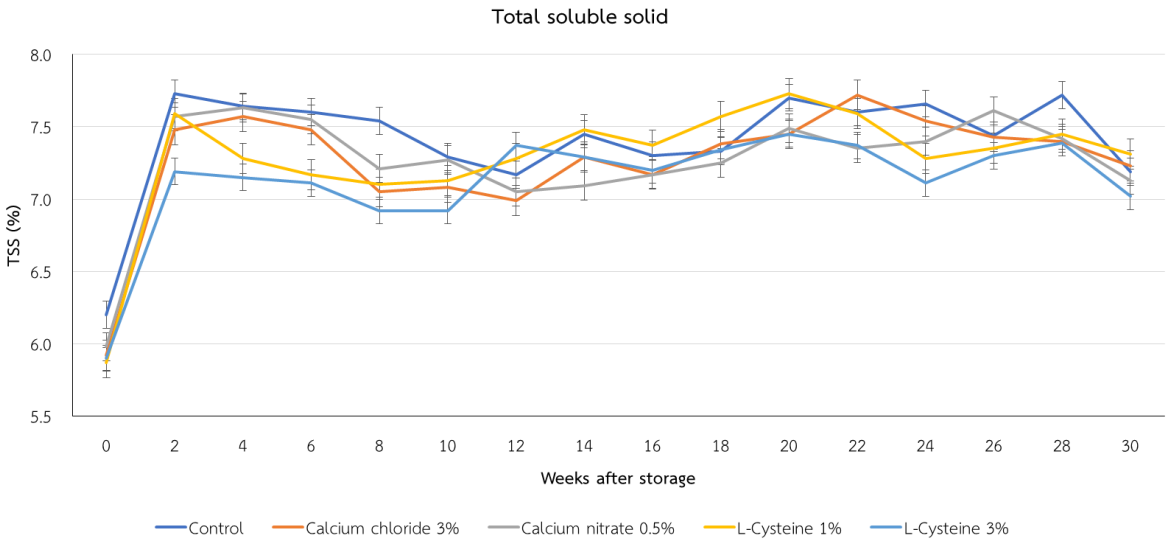


ภาพที่ 8 ความแน่นเนื้อ ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ปริมาณ TSS ของหัวพันธุ์มันฝรั่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จากนั้นมีแนวโน้มคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) และจะลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ (8 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% ภายหลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุดเฉลี่ย 7.11% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% มีค่าเฉลี่ย 7.28 และ 7.40% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% มีค่า TSS เฉลี่ย 7.66 และ 7.54% (ภาพที่ 9, ตารางผนวกที่ 5) การใช้สาร calcium nitrate ส่งผลให้ปริมาณ TSS ลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดปริมาณ TSS ของผลแอปเปิ้ล “Jonagold” ในระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% Nasima *et al*. (2019) พบว่าการจุ่มผลฝรั่งในสาร calcium nitrate นาน 5 นาที และเก็บรักษาไว้ในสภาพห้องเย็น ส่งผลให้ปริมาณ TSS น้อยที่สุด (8.19 °Brix) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ผลการทดลองที่ได้แตกต่างจาก รายงานการใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % มีปริมาณ TSS ภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ cv. Rose Scented เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 85±5%) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (Kumar *et al*., 2013) และการใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.5% ในน้อยหน่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, 0 และ 5 °C ไม่มีปริมาณ TSS แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (Kumhar *et al*., 2014)

กรมวิชาการเกษตร

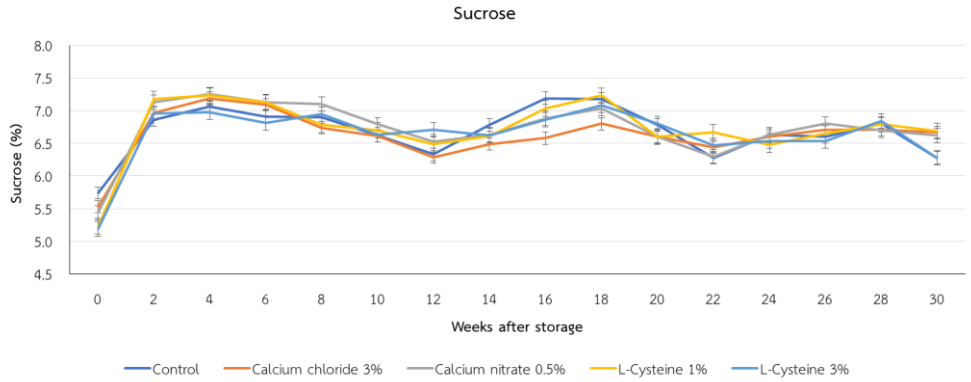


ภาพที่ 9 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

2.5 ปริมาณน้ำตาลซูโครส

ปริมาณน้ำตาลซูโครสจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลซูโครสจะค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine 3% และไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.28% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium nitrate 0.5% calcium chloride 3% และ L-cysteine 1% มีค่าเฉลี่ย 6.62 6.67 และ 6.69 % ตามลำดับ (ภาพที่ 10, ตารางผนวกที่ 6) ปริมาณน้ำตาลจึงเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการหายใจในหัวมันฝรั่งจะก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล (Isherwood, 1973)

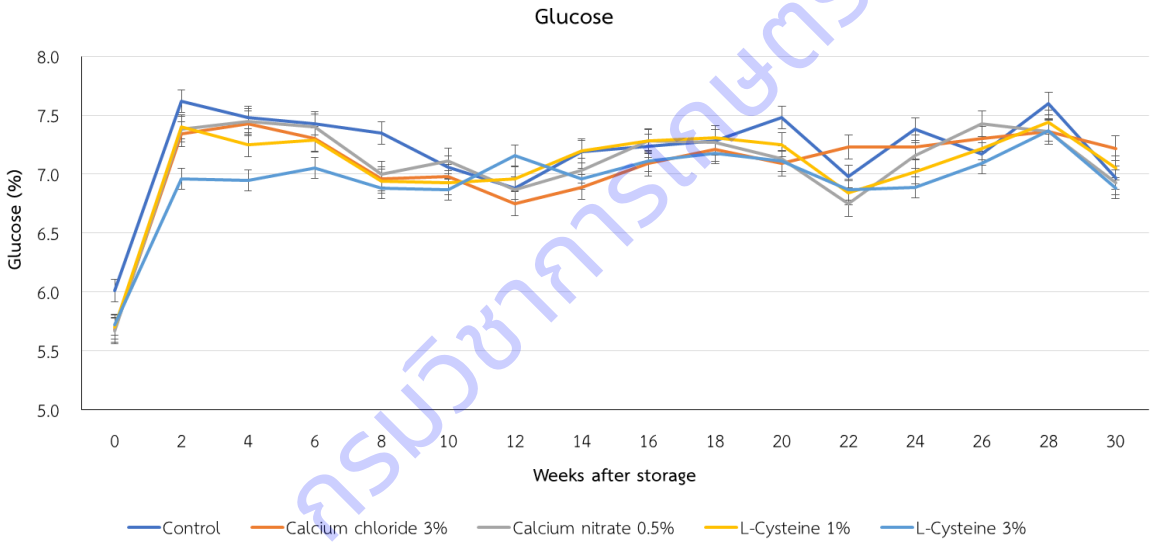
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 10 ปริมาณน้ำตาลซูโครสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

2.6 ปริมาณน้ำตาลกลูโคส

ปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จากนั้นปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 24 หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.89 % ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพ่นสาร L-cysteine 1% calcium nitrate 0.5% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.02 7.16 และ 7.23% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ย 7.38 % เมื่อเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งจนอายุครบ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 6.88 % อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ calcium nitrate 0.5% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 1% calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 6.93 6.97 7.05 และ 7.22 % ตามลำดับ (ภาพที่ 11, ตารางผนวกที่ 7) โดยระดับน้ำตาลกลูโคสในหัวมันฝรั่งสดที่โตเต็มที่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณสูงเช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)



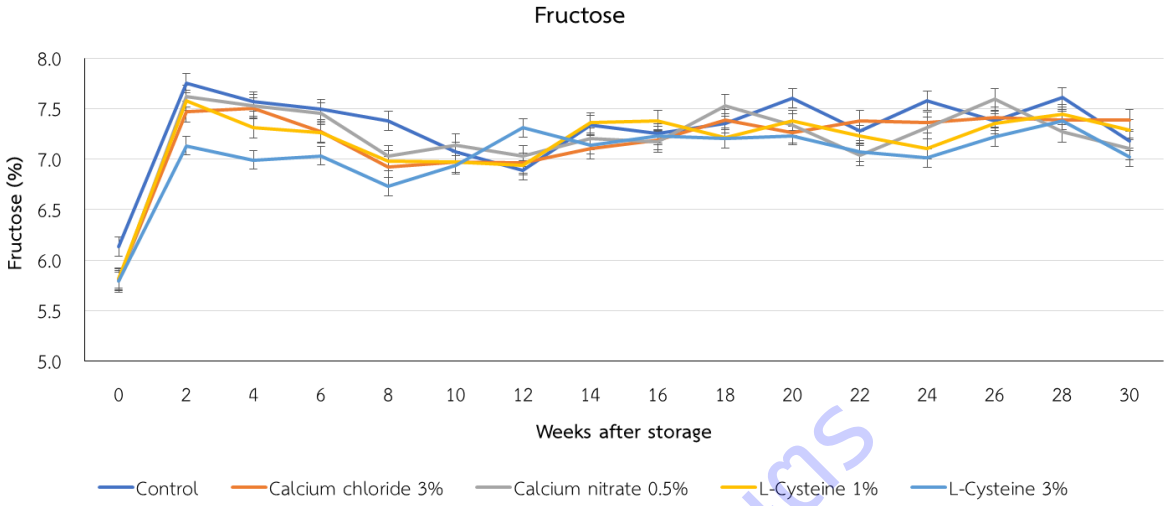
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

2.7 ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส

หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสจะเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 และมีแนวโน้มคงที่ระหว่างการเก็บรักษา หลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งสัปดาห์ที่ 24 หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.01 % ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพ่น L-cysteine 1% calcium nitrate 0.5% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.10 7.31 และ 7.36% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ย 7.58 % ตลอดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ การพ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลฟ

รุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.02 % แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ calcium nitrate 0.5% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 1% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.10 7.18 7.29 และ 7.39 % ตามลำดับ (ภาพที่ 12, ตารางผนวกที่ 8) โดยระดับน้ำตาลฟรุกโตสในหัวมันฝรั่งสดที่โตเต็มที่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณสูงเช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)



ภาพที่ 12 ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

2.8 อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังเก็บรักษาได้ 16 สัปดาห์ (4 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5±1 °C จะเกิดการงอกของตาพร้อมกันเฉลี่ย 1.9-3.5 ตา แต่ยังไม่สามารถวัดขนาดได้ เนื่องจากตาที่งอกมีขนาดเล็กมาก ภายหลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) จึงสามารถวัดขนาดความกว้างของตาของมันฝรั่งได้เฉลี่ย 0.83-1.02 มิลลิเมตร ความยาวของตาเฉลี่ย 0.66-1.05 มิลลิเมตร ทั้งนี้ถ้าตางอกยาวเกิน 3 มิลลิเมตร ไม่สามารถใช้จำหน่ายในเชิงการค้าได้ (Shibairo et al., 2006) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งในทุกรรมวิธี ได้แก่ ไม่พ่นสาร และพ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% มีความยาวของตาเฉลี่ย 2.19-2.71 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ความยาวตาสำหรับจำหน่ายหัวพันธุ์มันฝรั่ง แต่อย่างไรก็ตาม L-Cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยลดจำนวนตา และรักษาคุณภาพความแน่นเนื้อ ช่วยลดปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และ ฟรุกโตส จนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pace *et al*. (2015) รายงานว่า L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1% มีอิทธิพลการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมตัดแต่ง (fresh-cut lettuce) ได้นานขึ้น 40% ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere) การใช้สาร L-cysteine ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในพลัมเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1°C) และเป็นวิธีการที่มีความปลอดภัย

กรมวิชาการเกษตร

(Sogvar *et al*., 2020) นอกจากนี้การใช้ calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสด และช่วยยืดอายุการเก็บรักษา แอปเปิ้ล “Jonagold” ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ได้นาน 150 วัน (Rabiei *et al*., 2011) และ Gonzales and Quevedo (2017) รายงานว่า calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน แต่ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาในหัวแรดิชเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่ 2-8 วัน นอกจากนี้การแช่มันฝรั่งในสารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % นาน 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บรักษาที่ 4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% สามารถลดการสูญเสียคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019)

2.9 ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และ 3% และไม่มีการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระในทุกกรรมวิธี ไม่พบการเหี่ยวของผลผลิต หรือการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5$\pm$1 °C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) มีงานวิจัยที่ได้รายงานเกี่ยวกับการลดความเสียหายของผลผลิตโดยใช้สาร calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยลดอัตราการเกิดโรคลง 2.08% ในผลพืช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา ±8-10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% นาน 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) การใช้ calcium chloride 4% เก็บรักษาผลโลควอทที่อุณหภูมิ 18±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล รักษาคุณภาพ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยลดการสูญเสียผลิตผลฝรั่งภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (Rajput *et al*., 2008) และ N-acetyl-L-cysteine ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาล และการเกิดโรคในลำไย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15+2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 6 วัน (Sodchit *et al*., 2008)

2.10 ต้นทุนการผลิต

การไม่พ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด 10,003 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.7 รองลงมา การพ่นด้วยสาร calcium nitrate 0.5% มีต้นทุนการผลิต 10,005 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.8 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร การพ่นด้วยสาร calcium chloride 3% มีต้นทุนการผลิต 10,014 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.8 และพ่นด้วยสาร L-cysteine 1% มีต้นทุนการผลิต 10,159 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.1 ส่วนการพ่นสาร L-cysteine 3% มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด 10,471 บาท เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20.7 เพิ่มขึ้นจากไม่พ่นสาร 468 บาท หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1 (ตารางที่ 18) ถึงแม้สารต้านทานอนุมูลอิสระ L-cysteine จะ

กรมวิชาการเกษตร

มีราคาแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง แต่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของตาได้ดีที่สุด ช่วยควบคุมปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ไม่ให้สูงในระหว่างการเก็บรักษา ส่วน calcium nitrate 0.5% มีต้นทุนต่ำมีความคุ้มทุน ที่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด

ตารางที่ 18 ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 และการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษาในเย็นอุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 30 สัปดาห์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

รายการ	ชนิดและความเข้มข้นของสาร				
	ไม่พ่นสาร (Control)	calcium chloride 3%	calcium nitrate 0.5%	L-cysteine 1%	L-cysteine 3%
1. ต้นทุนผันแปร					
1.1 ค่าแรงงานปลูกถึงเก็บเกี่ยว(ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัส 90 บ./ชุด และแบคทีเรีย 80 บ./ชุด)	250	250	250	250	250
1.3 ค่าวัสดุการเกษตร					
1) ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กก./ไร่	179	179	179	179	179
2) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่	196	196	196	196	196
3) ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	124	124	124	124	124
1.4 หัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 (25 บ./กก.)	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
1.5 ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช	850	850	850	850	850
1.6 ค่าไฟฟ้า (ห้องเย็นเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่ง)	294	294	294	294	294
1.7 ความเข้มข้นของสาร					
1) 0.1%	-	-	-	-	-
2) 0.5%	-	-	1.8	-	-
3) 1%	-	-	-	156	-
4) 3%	-	11.1	-	-	468
1.8 ค่าแรงในการบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/ครั้ง)	960	960	960	960	960
รวมต้นทุนทั้งหมด/ชนิดสาร	**10,003**	**10,014**	**10,005**	**10,159**	**10,471**

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 3% จะยับยั้งการงอกของตาได้ดีที่สุด ช่วยควบคุมปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ไม่ให้สูงในระหว่างการเก็บรักษา ส่วน calcium nitrate 0.5% จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ดังนั้นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระดังกล่าว จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5$\pm$1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน) โดยที่หัวพันธุ์ไม่มีความเสียหายที่เกิดจากโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และ แบคทีเรีย

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการป้องกันการเกิดโรค และยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยการพ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ

กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกร สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง บริษัทผู้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ผู้ประกอบการแปรรูปมันฝรั่ง นักวิชการเกษตร นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร นักวิจัย นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

งานวิจัยประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของฝ่ายบริหาร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งทีมงานวิจัยมันฝรั่ง และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญญะอติชาติ. 2558. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียปริมาณ และคุณภาพของผักรับประทานใบ. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 7(3): 147-158.

กิตตินาถ สายพฤกษ์. 2558. Bivalent peptidic inhibitor: การสังเคราะห์และการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2561. การใช้แคลเซียมเพื่อคุณภาพของผลไม้ที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว. Postharvest Newsletter 17(4): 5-7.

ศิวาพร ศิวเวชช เสาวภาคย์ วัฒนพาหุ และประศาสตร์ ฟูตระกูล. 2545. การใช้กรดอะมิโนซีสเตอีนทดแทนสารประกอบซัลเฟอร์ในการยืดอายุการเก็บน้ำมะนาว. วารสารอาหาร 32(3): 194-199.

กรมวิชาการเกษตร

สถาบันอาหาร. 2541. การรมลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้ได้คุณภาพเพื่อการส่งออก. คู่มือการรมควัน-อบแห้งลำไย พร้อมกรรมวิธีการผลิตและแบบแปลน. สถาบันอาหาร, กรุงเทพฯ. 70 หน้า.

สนอง จรินทร พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข มานพ หาญเทวี วิทยา อภัย อดุลย์ สิทธิวงศ์ จันทร์เพ็ญ แสนพรม และอุทัย นพคุณวงศ์. 2550. ผลของสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ร่วมกับเกลือแคลเซียมที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด. หน้า 159-182. ใน: รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2550 กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 156 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2561. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 227 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนามันฝรั่ง ปี พ.ศ. 2559-2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 17 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 129 หน้า.

อรรณพ วราอัศวปติ ดาวเรือง ศรีกอก และสมโภชน โกมลมณี. 2534. ผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อคุณภาพของลำไย. หน้า 634-635 ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีครั้งที่ 17. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Ali, S., A.S. Khan and A.U. Malik. 2016. Postharvest l-cysteine application delayed pericarp browning, suppressed lipid peroxidation and maintained antioxidative activities of litchi fruit. Postharvest Biology and Technology 121: 135-142.

Ashour, N.N. 2000. Effect of environmental factors, calcium and potassium fertilization on yield and quality of apple. Ph.D. Thesis, Fac. Agric. Mansoura Univ, Egypt.

Bisen, S., R.S. Thakur and D. Tembhare. 2014. Effect of calcium nitrate and giberellic acid application on growth, fruit quality and postharvest behaviour of guava fruit. Pages 55-62. In: Proceedlings of national conference on harmony with nature context of environmental issue and challenges of the 21st century. November 28-30, 2014. Udaipur.

Butchbaker, A.F., W.J. Promersberger and D.C. Nelson. 1973. Respiration and weight losses of potatoes during storage. *Farm Research* 33-40.

Cardozo, C.J.M., J.R.P. Beltrán and L.F. Berrio. 2015. Effect of cassava-starch coatings with ascorbic acidic and N-acetylcysteine on the quality of harton plantain (*Musa paradisiaca*). Revista Facultad Nacional de Agronomía 68(2): 7689-7701.

กรมวิชาการเกษตร

García, J.M., S. Herrera and A. Morilla. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(1): 30-33.

Giannuzzi, L., A.M. Lombardi and M. Ezaritzky. 1995. Diffusion of citric and ascorbic acids in pre-peeled potatoes and their influence on microbial growth during refrigerated storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 63(8): 311-317.

Gonzales, L.M.R. and M.A. Quevedo. 2017. Respiration rate and shelf life of radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by postharvest application of calcium nitrate and humic acid concentration. Mindanao Journal of Science and Technology 15: 76-88.

Gorny, J, B. Hess-Pierce, R.A. Cifuentes and A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology 24(3):271-278.

Grandellis, C., V. Giammaria, E. Fantino, I. Cerrudo, S. Bachmann, F. Santin and R.M. Ulloa. 2016. Transcript profiling reveals that cysteine protease inhibitors are up-regulated in tuber sprouts after extended darkness. Functional and Integrative Genomics 16: 399-418.

Hussain, P.R., R.S. Meena, M.A. Dar and A.M. Wani. 2012. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. Journal of food science and technology 49(4): 415-426.

Kader, A.A. 2001. Longan. Online available: http://www.Ucdavis.cdu/Produce Facts/Fruit. Html. (30 May 2007)

Kaur, K., P.P.S. Gill and S.K. Jawandha. 2017. Effect of calcium nitrate and gibberellic acid on storage life of pear (*Pyrus pyrifolia*) cv. Nijisseiki. Applied Biological Research 19(2): 205-208.

Kumar, D., D.S. Mishra, B. Chakraborty and P. Kumar. 2013. Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. Journal of food science and technology 50(4): 797-802.

Lodhi, D.K. and R. Tiwari. 2017. Effect of calcium nitrate on physico-chemical changes and shelf-life of aonla (*Emblica officinalis* Gaertn) fruits. Annals of Plant and Soil Research 19(1): 32-36.

กรมวิทยาศาสตร์

Marshall, M.R., Kim, j. and Wei, C. 2000. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. Online available: http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricalt/Agsi/ENZYME.../Enzymatic%20Browning.html. (30 May 2007)

Marvin, L., R. Gonzales and M.A. Quevedo. 2017. Respiration rate and shelf life of radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by postharvest application of calcium nitrate and humic acid concentration. Mindanao Journal of Science and Technology 15: 76-88.

Mostafa, Y.S. and M.Z. Sultan. 2018. Calcium chloride combined with antioxidants increases keeping quality and limits postharvest decay of loquat fruit. Acta Horticulturae 1194: 157-164.

Nasima, N., V. Swaminathan, J. Rajangam and K. Venkatesan. 2019. Response of post-harvest dipping on shelf-life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruits under cold storage. International Journal of Chemical Studies 7(3): 1901-1905.

Pace, B., I. Capotorto, M. Ventura and M. Cefola. 2015. Evaluation of L-cysteine as anti-browning agent in fresh-cut lettuce processing. Journal of Food Processing and Preservation 39(6): 985-993.

Park, S.W., J.H. Jeon, H.S. Kim, S.J. Hong, C. Aswath and H. Joung. 2009. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar 'Superior'. *Scientia Horticulturae* 120(1): 127-1.

Pingkle, R., C. Bishop and R. Clayton. 2009. Physiology, In Chapter 1, Potatoes Postharvest (pp 1-29). CABI International, MPG Books Group, London, UK. 448 p.

Rabiei, V., E. Shirzadeh, Y. Sharafi and N. Mortazavi. 2011. Effects of postharvest applications of calcium nitrate and acetate on quality and shelf-life improvement of "Jonagold" apple fruit. Journal of Medicinal Plants Research 5(19): 4912-4917.

Rahman, M.U., M. Sajid, A. Rab, S. Ali, M.O. Shahid, A. Alam, M. Israr and I. Ahmad. 2016. Impact of calcium chloride concentrations and storage duration on quality attributes of peach (Prunus persica). Russian Agricultural Sciences 42: 130-136.

Rajput, B.S., R. Lekhe, G.K. Sharma and I. Singh. 2008. Effect of pre and post harvest treatments on shelf life and quality of guava fruits. (*Psidium guajava* L.) cv. GWALIOR –27. The Asian Journal of Horticulture 3(2): 368-371.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Salles, J.S., A.H.F. de Lima, F.F. da S. Binotti, E. Costa, E.D.C. Binotti, J.S. Salles, G.H.C. Vieira and A.F.G.O. de Souza. 2019. Calcium nitrate priming increases the germination rate of eggplant seeds. Journal of Agricultural Science 11(15): 181-186.

Shah, S.T. and M. Sajid. 2017. Influence of calcium sources and concentrations on the quality and storage performance of peach. Sarhad Journal of Agriculture 33(4): 532-539.

Shibairo S.I., P. Demo, J.N. Kabira, P. Gildemacher, E. Gachango, M. Menza, R.O. Nyankanga, G.N. Chemining`wa and R.D. Narla. 2006. Effects of gibberellic acid (GA3) on sprouting and quality of potato seed tubers in diffused light and pit storage conditions. *Journal of Biological Sciences* 6(4): 723-733.

Sodchit, C., T. Kongbangkerd and W. Na-Phun. 2008. Prevention of enzymatic browning of postharvest longan fruit by N-acetyl-L-cysteine and 4-hexylresorcinol. Songklanakarin Journal Science Technology 30(1): 31-35.

Sogvar, O.B., F. Razavi, V. Rabiei, G. Gohari. 2020. Postharvest application of L-cysteine to prevent enzymatic browning of “Stanley” plum fruit during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation 44(10): e14788.

Sonnewald, S. and U. Sonnewald. 2014. Regulation of potato tuber sprouting. Planta 239: 27-38.

Turmanidze, T., L. Gulua, M. Jgenti, L. Wicker. 2016. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 4(12): 1127-1133.

Washburn, C. and C. Jensen. 2017. Pretreatments to prevent darkening of fruits prior to canning or dehydrating. Extension and Agriculture, Utah State University. 2 p.

Zeraatgar, H., G.H. Davarynejad, F. Moradinezhad and B. Abedi. 2019. Preharvest application effect of salicylic acid and calcium nitrate on physicochemical characteristics of fresh jujube fruit (Ziziphus jujuba. Mill) during storage. Erwerbs-Obstbau 61: 119–127.

กรมวิทยาศาสตร์

13. ภาคผนวก

การทดลองขั้นตอนที่ 1

ตารางผนวกที่ 1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ความเข้มข้น	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)																
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
ไม่พ่นสาร (control)		0.00	0.96	1.81	2.79	3.08	3.46	3.95	4.18	4.67	5.38	5.61	6.17	6.68	7.07	8.23	8.63	9.24
Citric acid (CA)	0.1 %	0.00	1.16	2.16	3.35	3.72	4.08	4.65	5.04	5.36	6.18	6.63	6.98	7.58	8.09	9.21	9.69	11.99
	0.5 %	0.00	1.06	2.31	2.79	3.16	3.56	4.07	4.48	4.87	5.62	5.96	6.27	6.79	7.57	8.48	8.99	9.64
	1 %	0.00	0.98	2.11	3.00	3.30	3.65	4.18	4.58	5.01	5.85	6.02	6.50	7.00	7.55	8.61	9.02	9.81
	3 %	0.00	1.18	2.30	3.78	4.12	4.57	4.99	5.49	5.93	6.80	7.08	7.81	8.63	9.25	10.30	10.82	11.79
Ascorbic acid (AA)	0.1 %	0.00	1.18	2.12	2.82	3.18	3.78	4.08	4.61	5.02	5.75	6.18	6.68	7.09	7.52	8.40	9.04	10.02
	0.5 %	0.00	2.18	3.27	3.97	4.41	5.16	5.47	5.67	6.15	6.94	7.16	7.67	8.33	8.80	9.79	10.36	11.38
	1 %	0.00	1.36	2.40	3.30	4.03	4.25	4.77	5.09	5.49	6.31	6.74	7.28	7.71	8.20	9.15	9.76	10.72
	3 %	0.00	1.50	2.51	3.41	3.85	4.39	4.80	5.24	5.72	6.47	6.95	7.53	8.05	8.49	9.53	10.20	11.16
Calcium chloride (CC)	0.1 %	0.00	1.74	3.02	3.43	3.92	4.50	5.11	5.41	5.87	6.56	7.01	7.50	8.00	8.65	9.38	10.04	11.10
	0.5 %	0.00	2.60	2.90	3.42	3.94	4.65	5.25	5.52	5.90	6.58	7.01	7.55	8.05	8.70	9.55	10.41	11.30
	1 %	0.00	1.82	3.13	4.14	4.94	5.29	5.72	6.14	6.61	7.34	7.77	8.30	8.81	9.48	10.49	11.00	12.15
	3 %	0.00	1.22	2.78	4.00	4.39	4.73	5.10	5.47	5.95	6.71	7.06	7.68	8.22	8.81	9.75	10.68	11.23
Calcium nitrate (CN)	0.1 %	0.00	1.09	2.02	2.94	3.31	3.48	4.24	4.46	4.91	5.56	5.93	6.47	6.90	7.48	8.37	8.80	9.49
	0.5 %	0.00	1.18	1.99	2.96	3.35	4.32	4.36	4.65	5.22	5.90	6.32	6.90	7.35	7.80	8.86	9.64	10.32
	1 %	0.00	1.32	2.11	3.62	4.29	4.51	4.99	5.40	5.91	6.57	7.05	7.65	8.14	8.84	9.88	10.43	11.43
	3 %	0.00	1.90	2.78	4.00	4.39	4.73	5.10	5.47	5.95	6.71	7.06	7.68	8.22	8.81	9.75	10.68	11.23
L-Cysteine (Cys)	0.1 %	0.00	1.29	2.27	3.35	3.86	4.28	4.76	5.24	5.58	6.25	6.60	7.30	7.86	8.39	9.44	10.13	10.98
	0.5 %	0.00	1.40	2.49	3.50	3.86	4.25	4.85	5.23	5.69	6.46	6.87	7.58	8.09	8.66	9.68	11.42	12.61
	1 %	0.00	1.32	2.18	3.23	3.58	3.91	4.33	4.82	5.30	6.01	6.39	7.10	7.60	8.12	9.39	10.65	13.29
	3 %	0.00	1.34	2.52	3.44	3.76	4.11	5.09	5.31	5.75	6.49	7.04	7.91	8.43	9.02	10.10	10.90	11.70

กรมวิชาการเกษตร

F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	0	53.91	30.01	29.39	27.59	26.93	22.49	21.64	20.25	18.50	18.04	16.84	21.69	20.37	18.74	18.64	20.61	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

ตารางผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ความเข้มข้น	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)																
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
ไม่พ่นสาร (control)		5.32 abcd	7.50 b	7.20 abc	7.03	7.03 abc	6.93	6.48	6.73 ab	6.78 abcd	6.93 cd	6.46	6.83 abc	6.39	6.85 abcd	6.30 a	7.18	6.95 abc
Citric acid	0.1 %	5.1 abc	7.55 b	7.63 b	7.34	7.10 abc	7.15	6.58	6.65 ab	6.70 abcd	7.13 d	7.05	6.83 abc	6.55	6.83 abcd	6.68 ab	7.35	6.58 a
	0.5 %	5.22 abcd	7.28 ab	7.48 bc	7.18	7.18 abc	6.65	6.45	6.55 ab	7.13 cd	6.60 abcd	6.53	6.93 bc	6.34	6.80 abcd	6.60 ab	6.83	7.48 ed
	1 %	4.9 a	7.45 b	7.48 bc	7.30	7.00 ab	6.93	6.63	6.80 ab	6.65 abcd	6.73 abcd	6.68	6.95 bc	6.41	6.80 abcd	6.75 ab	6.55	7.08 abcde
	3 %	5.05 ab	7.48 b	7.30 abc	7.04	6.83 abc	6.83	6.45	6.78 ab	6.68 abcd	6.43 abcd	6.61	6.93 bc	6.65	6.93 abcd	6.45 a	6.89	7.03 abcd
Ascorbic acid	0.1 %	5.50 abcd	6.85 ab	7.25 abc	7.20	7.03 abc	6.55	6.63	6.78 ab	6.63 abc	6.43 abcd	6.53	6.70 abc	6.79	7.43 cd	7.08 abcd	7.28	7.10 abcde
	0.5 %	5.25 abcd	7.15 ab	7.23 abc	7.23	6.98 abc	6.68	6.84	6.85 ab	7.18 cd	6.60 abcd	6.56	6.83 abc	6.64	6.90 abcd	6.85 abcd	6.79	7.30 bcde
	1 %	5.58 bcd	7.15 ab	7.00 abc	7.23	7.10 abc	6.93	6.80	7.25 b	7.33 d	7.10 cd	7.01	7.05 c	6.80	7.28 bcd	7.38 bcd	6.98	7.38 cde
	3 %	5.20 abcd	7.00 ab	6.93 ab	6.84	6.70 ab	6.68	6.66	6.68 ab	6.70 abcd	6.58 abcd	6.65	6.58 abc	6.68	6.93 abcd	7.03 abcd	6.85	7.38 cde
Calcium chloride	0.1 %	5.78 c	7.20 ab	7.25 abc	6.79	7.43 bc	6.98	6.85	7.10 ab	6.93 bcd	6.83 cbd	6.59	6.85 abc	6.76	6.70 abc	6.83 abc	7.19	7.58 e
	0.5 %	5.63 bcd	7.08 ab	7.10 abc	6.65	7.25 abc	6.80	6.66	6.98 ab	6.13 a	6.40 abcd	6.78	6.73 abc	6.28	6.65 ab	7.20 abcd	7.15	7.10 abcde
	1 %	5.35 abcd	6.88 ab	7.40 bc	7.06	7.13 abc	6.35	6.38	6.60 ab	6.40 ab	6.68 abcd	6.64	6.35 abc	6.44	6.98 abcd	6.80 ab	6.91	7.08 abcde
	3 %	5.13 abc	7.23 ab	7.38 bc	7.03	7.60 c	6.65	6.76	6.95 ab	6.95 bcd	6.73 abcd	6.75	6.70 abc	6.21	7.53 d	7.73 cd	7.23	7.58 e
Calcium nitrate	0.1 %	5.08 ab	6.88 ab	6.68 a	6.79	6.68 a	6.83	6.45	6.40 a	6.35 ab	6.25 abc	6.33	6.25 ab	6.55	6.75 abc	6.50 ab	6.76	7.13 bcde
	0.5 %	5.63 bcd	6.93 ab	7.28 ab	7.16	6.73 ab	6.80 ab	6.59	6.55 ab	6.65 abcd	5.93 a	6.45	6.53 abc	6.61	6.50 a	6.48 ab	6.65	6.78 ab
	1 %	5.38 abcd	6.95 ab	7.03 abc	7.13	6.6 a	6.43	6.73	6.70 ab	6.70 abcd	6.38 abcd	6.24	6.73 abc	6.60	6.63 ab	6.88 abcd	6.94	6.98 abcd
	3 %	5.13 abc	6.88 abc	7.23 ab	7.01	7.08 abc	6.68	6.54	6.48 a	6.43 ab	6.43 abcd	6.65	6.13 a	6.84	6.80 abcd	6.98 abcd	6.65	7.00 abcd
L-Cysteine	0.1 %	5.70 cd	7.43 b	7.35 bc	7.35	6.98 abc	7.03	6.54	6.48 a	6.90 bcd	6.98 cd	6.78	7.00 bc	6.80	7.53 d	6.90 abcd	6.78	7.40 cde
	0.5 %	5.63 bcd	6.23 abc	7.20 ab	7.24	7.15 abc	6.75	6.71	6.68 ab	6.85 bcd	6.48 abcd	6.33	6.75 abc	6.64	7.35 bcd	6.85 abcd	6.89	7.18 bcde
	1 %	5.33 abcd	7.10 ab	7.08 abc	7.20	7.18 abc	6.63	6.43	6.50 ab	6.68 abcd	6.65 abcd	6.65	6.75 abc	6.69	7.15 abcd	7.75 d	7.09	6.90 abc
	3 %	5.10 abc	7.05 abc	7.20 ab	7.15	6.58 a	6.35	6.44	6.38 a	6.38 ab	6.00 ab	6.61	6.70 abc	6.54	7.00 abcd	7.08 abcd	6.76	7.30 bcde

กรมวิชาการเกษตร

F-test	*	*	*	*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	*	ns	*	*	ns
%CV	4.29	4.35	6.05	3.49	3.99	4.00	4.56	5.56	4.26	3.82	4.90	4.85	4.38	5.44	4.05	5.01	4.93

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองขั้นตอนที่ 2

ตารางผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
ไม่พ่นสาร (control)	0.00	2.90	3.20	3.78	4.33	4.85	5.25	5.75
Calcium chloride 3%	0.00	3.25	3.58	4.18	4.70	5.35	5.75	6.13
Calcium nitrate 0.5%	0.00	2.68	2.90	3.35	3.83	4.28	4.45	5.10
L-Cysteine 1%	0.00	2.55	3.10	3.53	4.43	4.90	5.68	5.80
L-Cysteine 3%	0.00	2.55	2.78	3.15	4.10	4.63	5.00	5.35
F-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	0.00	5.18	5.11	5.13	4.96	5.01	5.02	4.97
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	6.15	6.45	6.68	7.03	7.38	8.05	8.43	9.70
Calcium chloride 3%	6.50	6.88	7.35	7.78	8.20	8.95	9.23	10.60
Calcium nitrate 0.5%	5.40	5.65	5.90	6.33	6.70	7.38	7.68	9.50
L-Cysteine 1%	6.48	6.90	6.75	7.20	7.63	8.28	8.50	9.40
L-Cysteine 3%	5.98	6.13	6.43	6.80	7.20	7.90	8.13	9.18
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	5.18	5.14	5.11	5.09	5.13	5.17	5.46	5.09

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

ตารางผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อ ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Control	58.1	41.4	47.3	50.6	51.6	53.7	53.1	54.3
Calcium chloride 3%	54.9	44.8	47.0	44.0	43.5	47.7	51.6	52.0
Calcium nitrate 0.5%	56.7	45.8	46.5	44.3	39.6	51.6	51.5	56.6
L-Cysteine 1%	57.0	48.9	50.3	46.2	50.0	52.0	50.3	52.9
L-Cysteine 3%	54.5	50.1	44.2	43.2	48.0	51.4	52.2	51.6
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	8.39	9.49	7.56	10.40	11.39	9.15	8.32	17.92
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	50.8	53.0	58.3	55.4 ab	56.6ab	52.2	51.9	55.1
Calcium chloride 3%	53.1	51.2	57.6	55.8 ab	54.5 ab	48.3	50.4	54.2
Calcium nitrate 0.5%	55.9	53.6	52.1	49.2 b	60.5 a	55.9	51.5	57.5

กรมวิชาการเกษตร

L-Cysteine 1%	51.1	50.8	55.6	60.3 a	60.0 a	53.4	56.7	56.6
L-Cysteine 3%	51.8	51.4	62.5	58.9 ab	49.7 b	53.0	57.5	55.8
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
% CV	13.43	8.90	9.10	8.01	7.15	8.88	13.87	12.98

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

ตารางผนวกที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
ไม่พ่นสาร (control)	6.20	7.73 b	7.64	7.60	7.54 b	7.29	7.17 ab	7.45
Calcium chloride 3%	5.92	7.48 ab	7.57	7.48	7.05 ab	7.08	6.99 a	7.29
Calcium nitrate 0.5%	5.98	7.57 ab	7.63	7.55	7.21 ab	7.27	7.05 a	7.09
L-Cysteine 1%	5.87	7.59 ab	7.28	7.17	7.10 ab	7.13	7.28 ab	7.48
L-Cysteine 3%	5.90	7.19 a	7.15	7.11	6.92 a	6.92	7.37 b	7.29
F-test	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns
% CV	3.36	2.93	2.97	3.94	3.58	3.46	1.90	3.17
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	7.30	7.33	7.70	7.60	7.66 b	7.44	7.72	7.19
Calcium chloride 3%	7.17	7.38	7.45	7.72	7.54 bc	7.43	7.40	7.23
Calcium nitrate 0.5%	7.17	7.25	7.49	7.35	7.40 abc	7.61	7.42	7.13
L-Cysteine 1%	7.37	7.57	7.73	7.59	7.28 ab	7.35	7.45	7.31
L-Cysteine 3%	7.20	7.34	7.45	7.37	7.11 a	7.30	7.39	7.02
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
% CV	3.28	2.09	2.71	3.16	2.20	3.41	2.44	3.41

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

ตารางผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	น้ำตาลซูโครส							
	ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
ไม่พ่นสาร (control)	5.74 b	6.86 a	7.06	6.91	6.90	6.62	6.33	6.78
Calcium chloride 3%	5.53 ab	6.97 ab	7.19	7.09	6.74	6.61	6.29	6.49
Calcium nitrate 0.5%	5.44 ab	7.13 ab	7.25	7.13	7.10	6.79	6.53	6.63
L-Cysteine 1%	5.23 a	7.18 b	7.23	7.13	6.78	6.70	6.49	6.61
L-Cysteine 3%	5.19 a	6.96 ab	6.98	6.81	6.95	6.63	6.71	6.62
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

กรมวิชาการเกษตร

%CV	3.76	1.99	3.23	2.65	6.10	3.28	3.14	3.37
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	7.19 b	7.18	6.78	6.28 a	6.63	6.60	6.80	6.28 a
Calcium chloride 3%	6.58 a	6.80	6.60	6.44 ab	6.60	6.71	6.71	6.67 b
Calcium nitrate 0.5%	6.88 ab	7.03	6.60	6.30 a	6.63	6.80	6.70	6.62 b
L-Cysteine 1%	7.03 ab	7.23	6.60	6.67 b	6.48	6.65	6.79	6.69 b
L-Cysteine 3%	6.86 ab	7.08	6.80	6.47 ab	6.54	6.54	6.84	6.28 a
F-test	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
%CV	3.80	3.20	3.29	2.31	2.88	3.48	2.43	2.11

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางผนวกที่ 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	น้ำตาลกลูโคส ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
ไม่พ่นสาร (control)	6.01	7.62 a	7.48 a	7.43	7.35 a	7.06	6.88 ab	7.19
Calcium chloride 3%	5.68	7.34 ab	7.43 a	7.30	6.96 b	6.98	6.75 b	6.89
Calcium nitrate 0.5%	5.67	7.38 ab	7.45 a	7.40	7.00 b	7.11	6.87 ab	7.03
L-Cysteine 1%	5.70	7.40 ab	7.25 a	7.29	6.94 b	6.93	6.96 ab	7.20
L-Cysteine 3%	5.72	6.96 b	6.95 b	7.05	6.88 b	6.87	7.16 a	6.96
F-test	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns
%CV	3.90	3.15	2.67	3.37	2.10	3.14	2.36	3.18
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	7.24	7.28	7.48	6.98	7.38 b	7.17	7.60	6.97
Calcium chloride 3%	7.09	7.21	7.09	7.23	7.23 ab	7.30	7.36	7.22
Calcium nitrate 0.5%	7.28	7.27	7.13	6.75	7.16 ab	7.43	7.36	6.93
L-Cysteine 1%	7.28	7.31	7.25	6.84	7.02 ab	7.22	7.44	7.05
L-Cysteine 3%	7.11	7.18	7.11	6.87	6.89 a	7.09	7.37	6.88
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
%CV	1.53	1.74	3.24	3.74	2.26	3.78	2.13	3.43

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

ตารางผนวกที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟรุกโตส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	น้ำตาลฟรุกโตส ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
ไม่พ่นสาร (control)	6.13	7.75 b	7.57 b	7.49	7.38 b	7.07	6.89	7.34
Calcium chloride 3%	5.81	7.47 ab	7.50 b	7.27	6.92 ab	6.97	6.96	7.10
Calcium nitrate 0.5%	5.79	7.62 ab	7.53 b	7.45	7.03 ab	7.14	7.03	7.20
L-Cysteine 1%	5.82	7.58 ab	7.31 ab	7.26	6.98 ab	6.97	6.94	7.36
L-Cysteine 3%	5.79	7.13 a	6.99 a	7.03	6.73 a	6.94	7.31	7.14
F-test	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns
%CV	4.09	3.16	3.04	4.53	3.32	2.73	3.50	2.08
ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
ไม่พ่นสาร (control)	7.25	7.35	7.60	7.28	7.58 b	7.38	7.61 b	7.18
Calcium chloride 3%	7.19	7.39	7.26	7.38	7.36 ab	7.41	7.39 ab	7.39
Calcium nitrate 0.5%	7.17	7.53	7.34	7.04	7.31 ab	7.59	7.27 a	7.10
L-Cysteine 1%	7.38	7.21	7.38	7.23	7.10 a	7.35	7.44 ab	7.29
L-Cysteine 3%	7.23	7.20	7.23	7.07	7.01 a	7.22	7.38 ab	7.02

กรมวิชาการเกษตร

F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
%CV	3.37	3.33	3.49	3.83	2.68	3.16	2.01	3.14

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

รูปภาพผนวก

รูปภาพผนวก การทดลองขั้นตอนที่ 1

(ก) ปลูกมันฝรั่ง (ข) แปลงมันฝรั่งอายุ 1 เดือน (ค) แปลงมันฝรั่งอายุ 2 เดือน

ภาพผนวกที่ 1 การปลูก และดูแลต้นพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ในการทดสอบ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2562 (ก-ค)

(ก) การคัดแยกขนาดผลผลิต (ข) การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระลงบนผลผลิต (ค) ผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งให้แห้งก่อนการเก็บรักษา

ภาพผนวกที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระในหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ค)

(ก) วัดขนาดความกว้างของตา (ข) วัดขนาดความสูงของตา (ง) เครื่องปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ภาพผนวกที่ 3 เก็บข้อมูลความกว้าง ความยาว ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง และเก็บคุณภาพผลผลิต ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ง)

รูปภาพผนวก การทดลองขั้นตอนที่ 2

(ก) ปลูกมันฝรั่ง (ข) ต้นมันฝรั่งอายุ 2 สัปดาห์ (ค) แปลงมันฝรั่งอายุ 2 เดือน

ภาพผนวกที่ 4 การปลูก และดูแลต้นพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ในการทดสอบ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2563 (ก-ค)

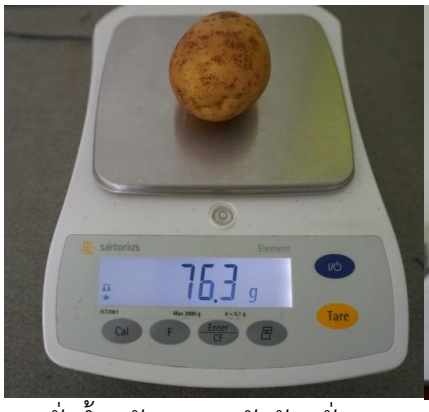
(ก) เก็บเกี่ยวมันฝรั่งเมื่ออายุ 90 วัน (ข) เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งพร้อมคัดขนาดเกรด (ค) คัดหัวที่มีขนาดเท่ากัน

(ง) การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระตามกรรมวิธี

(จ) ผึ่งให้แห้ง

(ฉ) เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5 °C

ภาพผนวกที่ 5 เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง คัดหัวมันฝรั่งที่ขนาดเท่ากันเพื่อใช้สำหรับการทดลอง และพ่นสารต้านอนุมูลอิสระตามกรรมวิธีการทดลอง ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ฉ)



(ก) ชั่งน้ำหนักสดของหัวมันฝรั่ง

(ข) วัดค่าความแน่นเนื้อ

(ค) วัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้

(ง) เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำตาลฟรุกโทส

(จ) หยดตัวอย่างเพื่อวัดค่าปริมาณน้ำตาลฟรุกโทส

(ฉ) เทตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณกรดมาลิก

ภาพผนวกที่ 6 การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 8 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ฉ)

กรมวิชาการเกษตร